

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**

**Katedra požární ochrany**

**Požárně ochranné systémy pro ocelové stavební  
konstrukce**

**Student: Jakub Štreit**

**Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Miroslava Netopilová, CSc.**

**Studijní obor: 3908R006 - Technika požární ochrany a bezpečnosti  
průmyslu**

**Datum zadání bakalářské práce: 30. 11. 2009**

**Datum odevzdání bakalářské práce: 30. 4. 2010**

Místopřísežně prohlašuji, že sem celou práci, včetně všech příloh, vypracoval samostatně.

Ve Viganticích dne

.....

## **Anotace**

ŠTREIT, J. Požárně ochranné systémy pro ocelové stavební konstrukce: bakalářská práce, Ostrava: VŠB – TU, 2010,

V této práci je uvedeno základní rozdělení materiálů a systémů pro pasivní protipožární ochranu ocelových konstrukcí. Obsahuje popis jednotlivých vlastností oceli a jejich změn při působení účinků požáru. Popisuje výrobky v tomto odvětví dostupné na českém trhu a na trhu v okolních zemích. Součástí práce je porovnání těchto výrobků a zhodnocení těchto porovnání. Srovnává také jednotlivé systémy mezi sebou.

Klíčová slova:

Ocelové konstrukce, pasivní protipožární ochrana, protipožární nátěry, protipožární obklady, protipožární nástřiky

ŠTREIT, J. Fire protection systems for steel structures: bachelor thesis, Ostrava: VŠB – TU, 2010

In this work provided a basic breakdown of materials and systems for passive fire protection of steel structures. Includes description of steel properties and their changes when there are exposed to fire effects. Describes products on the Czech market and describes products on the market in neighboring countries. Part of this work is to compare these products and evaluation of these comparisons. Also compares the different systems among themselves.

Key words:

Steel construction, passive fire protection, fire paint, fire tilling, fire coat

## Rešerše

NETOPILOVÁ, Miroslava. *Materiály : Stavební materiály*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 80-86634-27-2. Kovy, s. 70-119

Kniha se zabývá stavebními materiály a jejich vlastnostmi, výrobou a surovinami. Popisuje také protipožární ochranu konstrukcí. Z této publikace jsem čerpal teoretické základy v oblasti ocelových konstrukcí a jejich vlastností pro svou práci. Také mi tato kniha pomohla při rozdělení a popisu jednotlivých systémů pasivní protipožární ochrany.

ISABELA, Bradáčová. *Požární bezpečnost staveb : Nevýrobní objekty*. 1. Ostrava : Sdružení bezpečnostního inženýrství, 2007. Požárně ochranné úpravy stavebních konstrukcí, s. 108-118. ISBN 978-80-7385-023-4

Tato kniha se zabývá požární bezpečností nevýrobních objektů. Pojednává o dimenzování požárních úseků, evakuačních cest a protipožárních zařízení. Popisuje také konstrukce a jejich ochranu před působením požáru.

Internetová stránka firmy Seidl a spol. <http://www.seidl.cz>

Stránka výrobce a prodejce protipožárních hmot. Vyskytuje se zde mnoho odborných článků v oblasti požární bezpečnosti. Tato stránka mi pomohla pro základní orientaci na trhu s materiály protipožární ochrany.

## Obsah

Obsah	1
1 Úvod	3
2 Ocel jako stavební materiál	4
2.1 Výhody ocelových konstrukcí	4
2.2 Nevýhody ocelových konstrukcí	5
3 Chování oceli při požáru	6
3.1 Mechanické vlastnosti a jejich změny	6
3.3 Tvarový faktor	11
4 Systémy protipožární ochrany ocelových konstrukcí	12
4.1 Vývoj protipožární ochrany ocelových konstrukcí	12
4.2 Požadavky na systémy protipožární ochrany konstrukcí	13
4.3 Rozdělení systémů protipožární ochrany ocelových konstrukcí	13
4.4 Technologie mokrých procesů	14
4.4.1 Obezdivání	14
4.4.2 Omítání	14
4.5 Nástřiky/omítkoviny	14
4.6 Intumescentní nátěry	16
4.7 Obklad deskovými materiály	18
5 Přehled a porovnání materiálů na českém a blízkém zahraničním trhu	23
5.1 Návrh metody pro porovnávání vlastností protipožární ochrany kovových konstrukcí	23
5.1.1 Výběr vlastností pro porovnávání	23
5.2 Materiály pro technologie mokrých procesů	26
5.2.1 Závěr ze srovnání nástřiků	30
5.3 Materiály pro nátěry	30

5.3.1	Závěr srovnání nátěrů	34
5.4	Materiály pro obklady deskovými materiály	34
5.4.1	Závěr porovnání obkladů	39
6	Závěr	40
	Seznam použité literatury	42

# 1 Úvod

V dnešní době se do popředí dostávají především ocelové konstrukce, mezi jejichž výhody patří nízká hmotnost, rychlá montáž a cenová dostupnost. Zmíněné faktory nejvíce ovlivňují rozhodování potencionálního investora. Tyto se využívají zejména při stavbách skladovacích hal, obchodních center, výrobních hal, mostů, vysílačů, atd. Předností ocelí je hlavně jejich pevnost, která je při dané hmotnosti s porovnáním například s betonovou nebo železobetonovou konstrukcí daleko vyšší.

Nevýhodou u těchto konstrukcí je ale změna jejich vlastností při působení účinků požáru, zejména teploty, kdy od hodnoty kolem 350°C pozvolna ztrácí svou pevnost. Proto se provádí jejich ochrana pomocí různých nátěrů, nástřiků, obkladů...

V práci bude zmíněn vývoj systémů požární ochrany ocelových konstrukcí a na ně kladených požadavků. Postupně zde budeme seznámení s jednotlivými systémy na ochranu ocelových konstrukcí. Na konci každé kapitoly se provede hodnocení vybraných hmot v daném systému.

V závěru budou porovnány jednotlivé systémy mezi sebou a proveden soupis informací vyplývajících z tohoto porovnání a zároveň proveden výhled do budoucna pro vývoj protipožárních systémů na ocelové konstrukce. Náplň práce tak vede k naplnění jejího cíle, kterým je podat komentovaný přehled a hodnocení systémů protipožární ochrany ocelových konstrukcí, zhodnocení současného stavu a případná výhledová doporučení.

## **2 Ocel jako stavební materiál**

V České republice stále padá při řešení staveb volba na nosnou betonovou a železobetonovou konstrukci.[2] Ocel má před těmito materiály jisté přednosti, jak z pohledu technických a ekonomických vlastností, tak i například z pohledu ekologického, na který se v dnešní době klade také důraz. Díky těmto vlastnostem tak můžeme další rozvoj používání ocelových konstrukcí předpokládat.

Navzdory nesporným výhodám má ocel také své nevýhody, mezi něž patří hlavně nižší odolnost proti korozi, a chování oceli při požáru.

Ochranou proti oběma vlivům se zabývají odborníci a máme možnosti proti nim ocelovou konstrukci ochránit, ale jejím požitím se zvyšují náklady na stavbu a její udržování. Asi jen 5% ocelových konstrukcí pozemních staveb připadá na mosty a stejnou měrou i na jiné zvláštní stavby jako např. vodní díla.

Největší zastoupení mají pak tyto stavby:

- vícepodlažní objekty budov (ocelové skelety);
- halové stavby průmyslové a zemědělské;
- zásobníky;
- nádrže;
- stožáry, věže a komíny;
- technologické konstrukce apod. [3]

### **2.1 Výhody ocelových konstrukcí**

Mezi výhody technického rázu při použití ocelových konstrukcí patří bezesporu jejich pevnost, která úzce souvisí s kvalitou materiálu a typem oceli, obsahem uhlíku a jejím zpracováním. Díky této vlastnosti se využívá při stavbách o velkých rozpětích, výškách, atd. Za výhodu považuji i to, že moderní postupy při výrobě nám umožňují vytvořit například požadovanou část příhradové konstrukce. Ta se pak přepravuje do určitých rozměrů celá. Tím pádem zkracuje dobu na zhotovení konstrukce na místě stavby. Výhodou může být i rychlejší demolice v porovnání s konstrukcí betonovou nebo železobetonovou.

V neposlední řadě je zde také výhoda recyklovatelnosti konstrukce po demolicí, kdy se recykluje až 95 % materiálu a vrací se zpět do oceláren k dalšímu využití[3].



## **2.2 Nevýhody ocelových konstrukcí**

Největší nevýhodou ocelových konstrukcí je bezesporu jejich korozivita při působení povětrnostních vlivů nebo agresivního okolního prostředí či při vystavení ohni. Zejména vyšším teplotám, které při požáru na konstrukci působí.

### 3 Chování oceli při požáru

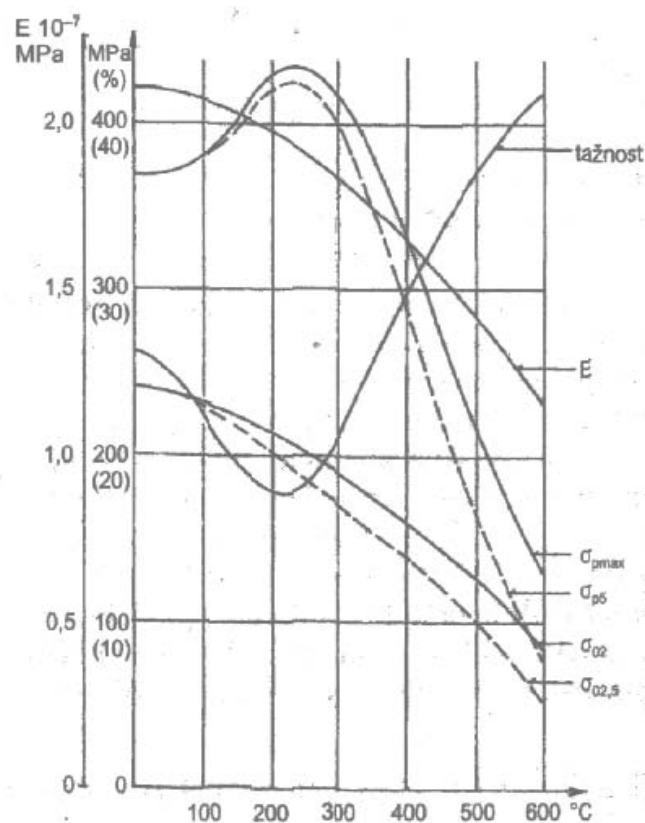
Vlastnosti oceli při požáru se mění v závislosti na teplotě. Způsobují to změny vazebných sil ve struktuře kovů, které jsou na změně teploty závislé. Je ale také důležité o jaký typ oceli se jedná, na použitých příměsích a postupu při výrobě jednotlivých částí. Klasická stavební ocel do teploty asi 350°C své mechanické vlastnosti nemění natolik, že by to ohrožovalo bezpečnost stavby. Obecně lze říci, že s rostoucí teplotou pevnost klesá a tažnost a plastické vlastnosti rostou, zatím co s klesající teplotou je to mu naopak, pevnost se do určité teplotní meze zvyšuje a plastické vlastnosti klesají.[4]

U konstrukčních kovů se zkouška pevnosti provádí tahem, jedná se o krátkodobou pevnost. Její význam je však pouze informativní, protože výsledek zkoušky závisí na jejích podmínkách, hlavně na rychlosti zatěžování a tudíž i deformace. Hodnota pro dlouhodobé použití oceli za vyšších teplot je určena zkouškou tečení. Při dlouhodobém působení teploty ocelový prvek po překročení určitých mezních vlastností přestává plnit určenou funkci. Toto je dáno mezním stavem únosnosti a mezním stavem přetvoření. Snižování meze únosnosti a přetvoření způsobují změny, které vyvolá rostoucí teplota.[2]

#### 3.1 Mechanické vlastnosti a jejich změny

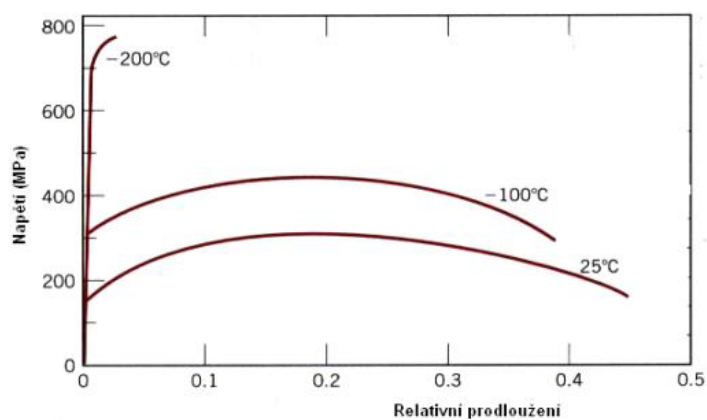
**Mez kluzu** – je hodnota normálového napětí, při které deformace vzrůstá, aniž by se zvyšovalo napětí. S rostoucí teplotou klesá (viz Obrázek 1 křivky  $\sigma_0$ ,  $\sigma_{0,5}$ ).[4]

**Mez pevnosti** – je nejvyšší normálové napětí, které materiál vydrží. Při dalším natahování normálové napětí klesá, pak se materiál přetrhne. Pevnost oceli, jak je již zmíněno výše, s rostoucí teplotou klesá. Platí to až od teploty 350°C. Do této teploty pevnost oceli stoupá. Tato teplota se liší u různých druhů ocelí. Od této teploty (350°C) se pevnost rychle snižuje až je při 650°C pouze 20-25 % z původní pevnosti (viz Obrázek 3.1 křivky  $\sigma_{pmax}$ ,  $\sigma_{p5}$  ).[4]



Obrázek 3.1 Hodnoty meze pevnosti v tahu stavebních ocelí [5]

**Tažnost** – čím větší je větší, tím většímu protažení materiál odolá, než se přetrhne. [6] Vyjadřuje velikost plastické deformace, která se projeví po působení napětí. Je závislá na teplotě (viz Obrázek 3.2). Pokud je protažení materiálu před přetržením malé, pak hovoříme o materiálech křehkých. Tažný materiál tehdy, jeli protažení do lomu velké.[6] Do 250°C klesá a poté nastává příkrý nárůst.[4]



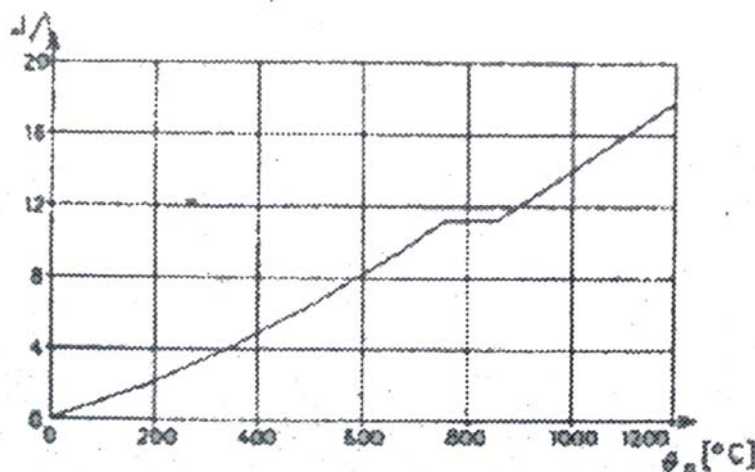
Obrázek 3.2 Vliv napětí působícího za různých teplot na délku deformaci/protažení[6]

**Modul pružnosti** – do meze úměrnosti má konstantní hodnotu. Modul pružnosti klesá, pokud se zvýší napětí. Při působení teploty při požáru mez úměrnosti klesá, napětí převyší tuto mez a dostává se do plastické oblasti. V této oblasti je hodnota modulu pružnosti závislá na napětí, prudce klesá (viz Obrázek 1 křivka E).[4]

**Tečení oceli** – projevuje se jak za vyšších teplot, tak i za teploty normální. Za normální teploty k tečení dochází při překročení meze kluzu (viz výše).[4] Za vyšších teplot a stálého zatížení se projevuje takzvaný creep. Jedná se o pomalou plastickou deformaci způsobenou těmito dvěma vlivy. Stanovuje se např. laboratorně.

### 3.2 Fyzikální vlastnosti a jejich změny

**Teplotní roztažnost** – pomocí součinitele teplotní roztažnosti se vyjadřují změny v délce daného materiálu. Tento součinitel můžeme určit experimentálně podle délkové změny v daném rozsahu teplot. Lze vypočítat pro čisté kovy pomocí stavové rovnice tuhých látek a využitím termodynamiky. Tato vlastnost může u ocelových konstrukcí být ze statického hlediska, ovlivněného vzrůstem napětí, velice nebezpečná. Například u nosníku o délce 10 m zahřátého na 400°C může dojít k protažení až o 50 mm. U konstrukcí dokonale vetknutých, bez možnosti jejich prodloužení, je už při teplotě kolem 100°C možnost namáhání konstrukcí blízké jejich mezi průtažnosti. Pro předcházení poškození konstrukcí se proto musí dostatečně a účinně využít dilatačních spár. Na Obrázku 3.3 vidíme graficky znázorněný průběh poměrného protažení kovového materiálu v závislosti na nárůstu teploty. [4]



### Obrázek 3.3 Teplotní protažení oceli [4]

Podle ČSN EN 1993-1-2 – Eurokód 3 lze početně stanovit poměrné teplotní protažení oceli  $\Delta l/l$  viz rovnice (1) až (3).

$$\Delta l/l = 1,2 \cdot 10^{-5} \theta_a + 0,4 \cdot 10^{-8} \theta_a^2 - 2,416 \cdot 10^{-4} \quad \text{pro } 20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 750^\circ\text{C} \quad (1)$$

$$\Delta l/l = 1,1 \cdot 10^{-2} \theta_a \quad \text{pro } 750^\circ\text{C} \leq \theta_a < 860^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$\Delta l/l = 2 \cdot 10^{-5} \theta_a - 6,2 \cdot 10^{-3} \quad \text{pro } 860^\circ\text{C} \leq \theta_a < 1200^\circ\text{C} \quad (3)$$

Přibližně hodnotu poměrného teplotního protažení oceli pro široké teplotní spektrum vypočítáme ze vztahu (4).

$$\Delta l/l = 14 \cdot 10^{-6} (\theta_a - 20) \quad \text{pro } 20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 1200^\circ\text{C} \quad (4)$$

Kde  $l$  je délka při teplotě  $20^\circ\text{C}$  [mm]

$\Delta l$  teplotní protažení [mm]

$\theta_a$  teplota oceli  $[\text{C}]$

Roztažnost je významná nejen u kovů, ale i tam, kde se například spojují dva odlišné materiály (sklo a ocel). Pro tyto konstrukce bude výhodnější, pokud budou jejich tepelné roztažnosti stejné, nebo jejich rozdíl velice malý. Vyrábějí se oceli, které mají od  $0^\circ\text{C}$  do  $100^\circ\text{C}$  téměř nulovou teplotní roztažnost. Ale například u teplotních pojistek a bimetalů je požadavek na co nejvyšší teplotní roztažnost. Běžná hodnota součinitele (součinitel teplotní roztažnosti) je  $\alpha \approx 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . U ocelí s vyšším obsahem uhlíku je teplotní roztažnost nižší oproti běžným ocelím. [4]

**Měrné teplo** – v závislosti na vysokých teplotách při požáru se mění také tato vlastnost. Označujeme  $c_a$  [ $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ]. Viz rovnice pro přesnější výpočty (5) až (6). Průběh hodnot vidíme na obrázku 3.4.

$$c_a = 425 + 0,773 \theta_a - 1,69 \cdot 10^{-3} \theta_a^2 - 2,22 \cdot 10^{-6} \theta_a^3 \quad \text{pro } 20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 600^\circ\text{C} \quad (5)$$

$$c_a = 666 + 13003/(738 - \theta_a) \quad \text{pro } 600^\circ\text{C} \leq \theta_a < 735^\circ\text{C} \quad (6)$$

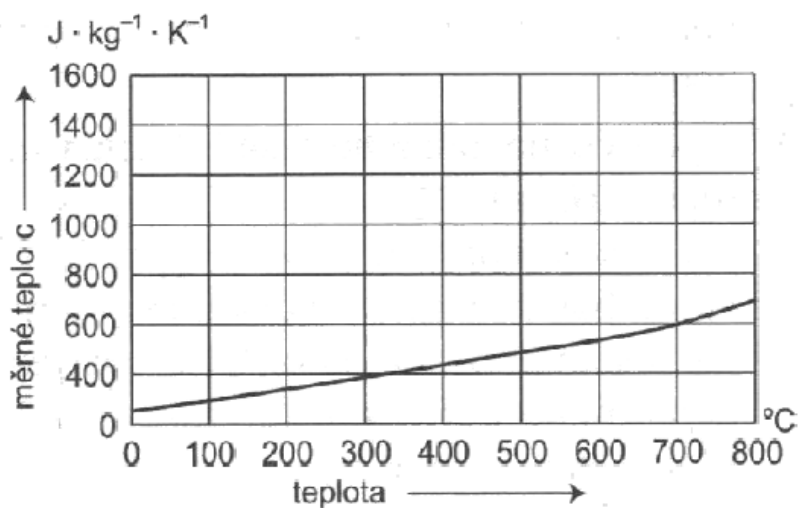
$$c_a = 545 + 17280/(\theta_a - 731) \quad \text{pro } 735^\circ\text{C} \leq \theta_a < 900^\circ\text{C} \quad (7)$$

$$c_a = 650 \quad \text{pro } 900^\circ\text{C} \leq \theta_a < 1200^\circ\text{C} \quad (8)$$

Kde  $\theta_a$  je teplota oceli  $[\text{°C}]$

Ve zjednodušených výpočtech můžeme v souladu s ČSN EN 1993-1-2 považovat měrné teplo nezávislé na teplotě oceli. Pak uvažujeme hodnotu v (9).

$$c_a = 600 [\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}] \quad (9)$$



Obrázek 3.4 Závislost měrného tepla na teplotě[5]

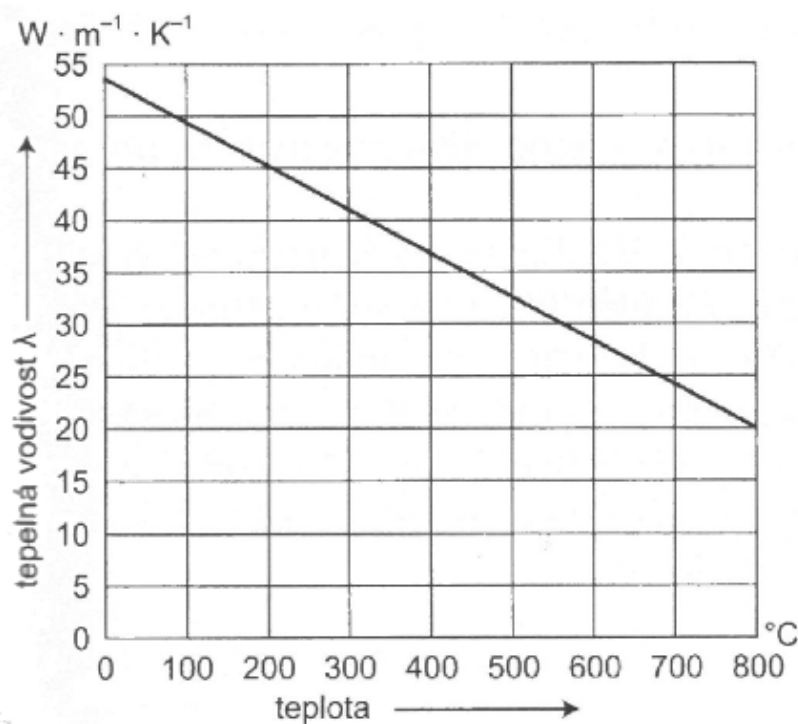
**Tepelná vodivost** – Označujeme  $\lambda_a [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$ . Její změnu v závislosti na teplotě lze vyjádřit rovnicemi (10) a (11), graficky znázorněno na obrázku 3.5.

$$\lambda_a = 54 - 3,33 \cdot 10^{-2} \theta_a \quad \text{pro } 20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 800^\circ\text{C} \quad (10)$$

$$\lambda_a = 27,3 \quad \text{pro } 800^\circ\text{C} \leq \theta_a < 1200^\circ\text{C} \quad (11)$$

Pro zjednodušení můžeme použít hodnotu z rovnice (12)

$$\lambda_a = 45 [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \quad \text{pro } 20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 1200^\circ\text{C} \quad (12)$$



Obrázek 3.5 Závislost tepelné vodivosti na teplotě[5]

**Měrná hmotnost** – udává poměr hmotnosti k objemu a značí se  $\rho$  a [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]. Můžeme ji považovat za nezávislou na teplotním intervalu.

### 3.3 Tvarový faktor

Je to rozhodující parametr pro požární odolnost ocelových tyčových konstrukcí. Tvarový faktor je poměr  $A_m/V$ , popř.  $A_p/V_p$  [ $\text{m}^{-1}$ ], vztažený na jeden metr délky ocelové konstrukce, tzn. poměr mezi ohříváním povrchem dané části konstrukčního prvku průměru  $A_m$  [ $\text{m}^2$ ] a jeho objemem  $V$  [ $\text{m}^3$ ]. U protipožárně chráněných prvků  $A_p$  vyznačuje vnitřní povrch ochranného prvku a  $V_p$  objem ocelové části.[4]

## **4 Systémy protipožární ochrany ocelových konstrukcí**

U ocelových konstrukcí je mnoho faktorů, které musíme zvážit před tím, než zvolíme vhodnou protipožární ochranu. Je důležité, o jakou konstrukci se jedná. Zda o tyčovou (tj. sloupy, nosníky, ztužila) nebo o konstrukce plošné (stěny, stropy), protože na typu konstrukce závisí volba vhodného způsobu její ochrany. [5] Je také důležité, jaké požární odolnosti chceme dosáhnout, jaké je prostředí, kde se chráněná konstrukce vyskytuje, jaká je přístupnost vzhledem k opravě či obnově ochranného materiálu, jaký důraz klademe na estetický vzhled, rychlost provádění a finanční stránku. [7] U plošných konstrukcí se jako nejlepší a nejefektivnější zdá být ochrana pomocí podhledů u stropních konstrukcí a požárně odolného pláště předsazeného před stěnové konstrukce. U tyčových konstrukcí se může použít vyplnění dutin ochranou hmotou, vnější obvod zůstává ale obnažen. Lze také využít ochrany s izolační schopností ochraňující vnější povrch konstrukce.

Pokud se vyplňují dutiny konstrukcí, většinou se tak děje pomocí betonu, čímž se zvyšuje statická únosnost konstrukce (hlavně při použití konstrukčních betonů). Tímto se také docílí toho, že je teplo z ocelové konstrukce odváděno do výplně.

Při použití izolačního materiálu po obvodu pak využíváme menšího součinitele přestupu tepla tohoto materiálu. Tato vlastnost má za následek to, že teplo vyzařované požárem se do konstrukce přenese pomaleji. [5]

### **4.1 Vývoj protipožární ochrany ocelových konstrukcí**

Již od pradávna si lidé hlínou nanesenou na rákosu či dřevě chránili své příbytky proti požáru. Nebyla to sice její prvořadá funkce, ale s nadsázkou by se dala považovat za předchůdce dnešních omítek.

Od 17. století toto některá města řešila požárními řády či nařízeními pro konstrukci, ale to se vždy se jednalo o řešení pár jednotlivých staveb.

Na přelomu 19. a 20. století se objevily první moderní protipožární omítky. Šlo především o sádrové omítky a štuky.

S vývojem moderních požárních hmot se začalo v 70. letech 20. století po velkých požárech v Praze a Ostravě a také kvůli výstavbě jaderné elektrárny Dukovany. V těchto letech se do protipožárních hmot hojně používal azbest. Používání azbestu však bylo v pozdější době zakázáno, kvůli jeho karcinogenním účinkům.



Dnes již vývoj v oblasti požární bezpečnosti nabízí rozličné systémy a materiály jako jsou nátěry, nástřiky, obklady.[39]

#### **4.2 Požadavky na systémy protipožární ochrany konstrukcí**

Systémy protipožární ochrany konstrukcí patří podle vyhlášky MV 246/2001 Sb. O požární prevenci mezi požárně bezpečnostní zařízení a z toho vyplývá, že se musí podrobovat pravidelným kontrolám.

Další požadavky výrobce uvádí v návodu a pokynech dodaných k výrobku a ty musíme také dodržovat. Jsou to například pokyny jak postupovat při aplikaci výrobku (u nátěrů např.: tloušťka vrstvy, doporučené podkladní vrstvy atd.). U materiálů použitých pro protipožární ochranu je také důležité, aby výrobce, distributor nebo dovozce dodal také certifikát, který zaručuje shodu s českými normami a právními předpisy. Výrobce v „prohlášení o shodě“ zaručuje, že se výrobek shoduje s parametry uvedenými v příslušném certifikátu. [7]

Protipožární ochranné systémy využíváme pro zvýšení požární odolnosti konstrukcí ať už nosných či nenosných, pro ochranu vzduchotechnického potrubí, kabelů nebo například k izolaci spalínové potrubí atd.

Jedním z požadavků na požárně ochranné prvky je, aby jejich účinnost byla prokázána zkouškou.

Dnes se postupuje u zkoušek reakce stavebních výrobků na účinky požáru podle ČSN EN 13501-1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace výsledků zkoušek reakce na oheň, se kterou souvisí zkušební normy ČSN EN ISO 1182, ČSN EN ISO 1716, ČSN EN 13823, ČSN EN ISO 11925-2, ČSN ISO 9239-1. Díky přejímání evropských norem se například změnilo označování výsledků zkoušky reakce na oheň ze stupňů hořlavosti A1 až C3 na evropské označení tříd reakce na oheň A až F.

#### **4.3 Rozdělení systémů protipožární ochrany ocelových konstrukcí**

Protipožární systémy se dají dělit podle různých kritérií, nejčastěji se dělí podle toho, jakou technologií se provádí instalace produktu.

- technologie mokrých procesů
- zpěňující nátěry
- obklady deskovými materiály (suchá technologie)
- speciální technologie.

## 4.4 Technologie mokrých procesů

Mezi technologie mokrých procesů patří:

- obezdívání
- omítání
- nástřiky

### 4.4.1 Obezdivání

Tato metoda se uplatňovala zejména v minulosti. Závisí na druhu použitého materiálu, tloušťce ochranné obezdívky a použitím omítky na tuto obezdívku. [4]

### 4.4.2 Omítání

Při použití této metody je jistou nevýhodou to, že omítky mají vždy různou objemovou roztažnost od oceli. Proto se musí zajistit, aby během působení požáru nedošlo k odpadávání kusů omítky a tím i ke snížení nebo ztrátě ochranného efektu. Použitím pletiva se tomuto dá zabránit. Při tloušťce vrstvy do 30 mm postačuje jedna vrstva pletiva.

Nejlepší tepelně izolační schopnosti mají malty skupiny I horší potom skupina II a nejhorší malty skupiny III. [4]

## 4.5 Nástřiky/omítkoviny

Nástřiky patří mezi nejrozšířenější ochranu ocelových konstrukcí. Výhodou této technologie je relativně malá hmotnost oproti obezdívkám. [4] Zkoušení se provádí podle ČSN EN 1363-1 a dalších norem, klasifikace konstrukcí s ochranou podle ČSN EN 13501-2, respektive ČSN 73 0810:2005. Ochrana závisí také na tloušťce použité vrstvy (5 až 75 mm) a na tvarovém faktoru O/A (viz výše). Na obrázku 4.1 můžeme vidět rozdělení nástřiků podle jeho složení.



Obrázek 4.1 Rozdělení nástřikových hmot

Pro přilnutí stříkaného materiálu se používá takzvaná kotvící vrstva(y). Tato vrstva dokonale přilne na chráněný povrch a umožní lepší adhezi nástřikového materiálu. Kotvící nátěry tvoří například směsi cementu, písku, polymerních pojiv, adheziv a barviv (optická kontrola nanesené vrstvy). [4]

Na tepelně izolační schopnost nástřiku má největší podíl vhodně zvolené plnivo. Nástřiky se vyrábí nejčastěji na bázi vápenocementového nebo bezvodého síranu vápenatého s expandovaným perlitem nebo vermikulitem jako plnivem, jsou přimíseny i jiné přísady.

Na vlhkosti a tepelné vodivosti nástřiku závisí jeho účinnost. Zároveň také na jeho tloušťce. Čím silnější vrstva nástřiku tím je jeho ochranný účinek vyšší. I u těchto nástřiků se, pokud je vrstva silnější než 40 mm (tloušťka nástřiků se pohybuje od 5 do 70 mm), se do vrstvy umísťují sítě pro lepší soudržnost a adhezi k podkladu. Pokud tato hmota čelí nepříznivým podmínkám (vlhko, agresivita prostředí) nebo je na dynamicky namáhané konstrukci, doporučuje se toto pletivo instalovat také.

Nanášení nástřiků se provádí strojově. Nástřikávají se na konstrukci při teplotách nad +5 °C jak vzduchu, tak i konstrukce na kterou je instalována. Povrch na který je nástřik aplikována musí být dostatečně upraven (zbaven mastnoty, rzi...). Nástřik nelze po povrchu uhladit, protože by se stlačením vrstvy zhoršily tepelně izolační vlastnosti. Provádění prací spojených s instalací nástřiků je důležité svěřit firmám, které mají od výrobce nebo dodavatele osvědčení k jejich provádění.

### **Výhody nástřiků**

- správnou volbou tloušťky nátěru dosáhneme požadované požární odolnosti (v ČR 15 až 180 minut)
- pokud se správně aplikují a jsou ve vhodném prostředí dá se jejich životnost považovat za plně vyhovující stavebnímu zákonu
- požární odolnost nástřiků lze přičíst k požární odolnosti chráněné konstrukce

### **Nevýhody nástřiků**

- nelze použít tam, kde je důležitý estetický vzhled
- nároky na postup při instalaci
- při použití omítek na bázi sádky je důležité, aby byl dodržen přesný poměr vody a sádky. Rozdíl by mohl způsobit jinou objemovou roztažnost a tím zapříčinit vznik mikrotrhlinek

#### 4.6 Intumescentní nátěry

Zpěňující nátěry patří mezi materiály s největší možností použití v budovách s ocelovými částmi. Zlepšují požární odolnosti na ocelových prvcích konstrukce jak tyčových, tak i plošných. Pomocí této technologie se dá dosáhnout požadované požární odolnosti, pokud ji konstrukce ještě nemá.

Ochrana nátěry spočívá v tom, že při působení teplot asi od 180 do 200 °C dochází k napěnění nátěru, tím vzniká tepelně izolační pěna, která ochrání ocelovou konstrukci po požadované dobu. Výška pěny, rychlost, způsob napěnění, tvar a struktura buněk je daná typem nátěru a určuje jeho účinnost. Nátěry se nejčastěji používají ve vnitřních prostorách budov, tam kde se předpokládá vyšší vlhkost, se nátěr uzavírá ještě nátěrem uzavíracím.[7]

Vznikající pěna je tvořena většinou uhlíkatým zbytkem, který se vytváří během chemické reakce iniciovanou vyšší teplotou při požáru. V průběhu reakce se tento uhlíkatý zbytek tvoří dehydratací, většinou polyalkoholů. Díky nadouvadlu se z tohoto uhlíkatého zbytku vytvoří nehořlavá pěna. [4]

Podle ředitelnosti se dají dělit na:

- na rozpouštědlové bázi (ředí se ředidly, starší typ, vhodný ve zvláštních případech)
- vodou ředitelné (častěji používané, z ekologického i hygienického hlediska přijatelnější)

Při použití nátěrů se musí dbát na to, aby byl dodržen postup nanášení základních tří vrstev:

- základní nátěr
- funkční vrstva
- krycí nátěr

Základní nátěr slouží jako ochranná vrstva konstrukce, chrání ji před korozi. Další funkcí základního nátěru je zajištění přilnavosti funkční vrstvy tak, aby ani po napěnění nesklozovala z konstrukce. Funkční vrstva je zodpovědná za samotné napěnění a vytvoření izolační vrstvy. Krycí vrstva se nanáší v tenkých vrstvách do 1 mm. Nejčastěji se základní nátěry vyrábějí v základní barvě, ale požadavek na estetickou stránku splní právě ochranná vrstva, která je k dostání v různých barevných odstínech. Další požadavek, který krycí nátěr musí splňovat je rychle odhořet a umožnit tak funkční vrstvě její napěnění.

#### Výhody nátěrů

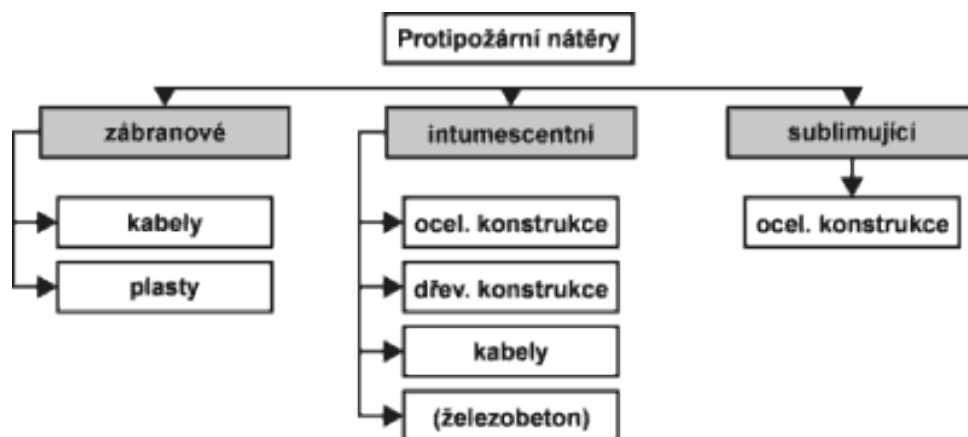
- malá tloušťka, nízká hmotnost
- široká paleta barev

- použití tam, kde je důležitá estetičnost
- snadno se nanáší
- podílí se na ochraně ocelí proti korozi

### Nevýhody nátěrů

- prokazování životnosti v daném prostředí
- zajištění přístupu plamenů k nátěru (bez podhledu, obkladu)
- přístup k nátěrům při jejich obnově
- při velké vrstvě nátěru klesá účinnost (při obnově)
- citlivé na vlhkost vzduchu (trvalá relativní vlhkost)
- omezená použitelnost [7]

Mimo intumescentní nátěry existují také nátěry zábranové. Ty se používají zejména na ochranu hořlavých konstrukcí jako dřevo nebo plasty. Tyto nátěry zabraňují přímému působení plamene na namáhanou konstrukci a tak oddalují vznícení materiálu. Na ocel se nepoužívají, protože by nezabránily jejímu ohřívání, z tohoto důvodu se již těmito nátěry tato bakalářská práce více zabývat nebude. [4] Dalším typem nátěrů jsou nátěry sublimující. Ty tvoří jakýsi přechod mezi nátěry a nástříky. Tyto nátěry se aplikují v silné vrstvě, ve které jsou obsaženy snadno sublimující aditiva v obvykle epoxidovém pojivu. Tyto složky se při působení vyšších teplot při požáru začínají odpařovat a tím strhávají plamen od konstrukce. Jsou specifické svým použitím do venkovních prostor, protože odolávají povětrnostním vlivům. [14] Jejich aplikace je značně nákladná, proto tyto nátěry do porovnání nezahrnuji.



Obrázek 4.2 Rozdělení protipožárních nátěrů [14]

#### 4.7 Obklad deskovými materiály

Oproti protipožárním nástřikům a nátěrům, které se převážně používají pro zvyšování požární odolnosti tyčových nosných prvků se protipožární deskové materiály uplatní zejména na plošné konstrukce, jako jsou stěny a stropy. Podle toho, zda jde o pouze desky jako stavební materiál nebo již jako konstrukce, musíme také rozlišit jejich označování:

- u desek se uvádí třída reakce na oheň A1 až F
- u konstrukcí jako požárně ochranný obklad, podhled nebo jinou konstrukci, se klasifikuje podle třídy požární odolnosti a druhem konstrukce DP1, DP2 nebo DP3 [7]

Při použití deskových obkladů musíme také brát na vědomí, že deska má také své fyzikálně-mechanické vlastnosti, které mohou být a většinou jsou různé od vlastností konstrukce. Při instalaci deskových materiálů jako jsou například sádkartonové nebo sádrovláknité desky většinou musíme vytvořit nosnou konstrukci pro tyto desky, což můžeme do značné míry považovat za nevýhodu. Naopak výhodou může být to, že pomocí těchto desek lze vytvořit lehké, případně i samonosné konstrukce jako příčky nebo podhledy.[8]

Desky lze dělit podle několika hledisek a to buď podle materiálu, struktury nebo podle chování při požáru. [4]

Podle struktury dělíme desky na:

- **desky homogenní**

Desky, jejichž struktura je po celém jejich průřezu stejná, se vyrábí z jedné materiálové směsi. Mohou být tvořeny směsí více látek, látkami o různé velikosti částic. To znamená, že zde patří i desky s vyztužujícími vlákny. Jejich struktura viz obrázek 4.3.[4]



Obrázek 4.3 Struktura homogenní desky [8]

Do této kategorie lze zařadit např. vápenocementové desky, desky na bázi vermikulitu, sádrovláknité a sádrové desky, desky z minerálních vláken, některé typy cementových desek, atd. Můžeme zde zařadit i plně dřevovláknité desky přestože se jedná o organický materiál. Desky s ustálenou vlhkostí jsou totiž z požárního hlediska většinou dostatečně odolné proti praskání a disponují i dobrými tepelně izolačními schopnostmi.[4]

- **desky s nehomogenní strukturou**

Struktura těchto desek (Obrázek 4.4) je směrem od středu ke kraji hutnější. Uprostřed je deska obvykle řidší a poréznější než na krajích, na povrchu je hladká a tvrdá. Tato struktura se vytvoří díky speciálnímu postupu při výrobě, kdy se obvykle desky vytvářejí v jedné operaci ze stejné směsi.



Obrázek 4.4 Struktura nehomogenní desky

Zde můžeme zařadit některé cementotřískové desky, a podobným postupem vyráběné strukturně lehčené PUR desky. Tyto desky jsou velice pevné s dobrými fyzikálně mechanickými vlastnostmi. Při požáru je důležitá jejich vnitřní vlhkost a způsob uchycení na konstrukci – vzhledem k jejich struktuře vykazují značné objemové změny. Což je způsobeno tepelnou roztažností hmoty či ztrátou vnitřní vlhkosti. U některých typů aplikací to může vést až ke ztrátě celistvosti.

- **desky sendvičové**

Jak z názvu vyplývá skládají se tyto desky z několika vrstev, tj. z vnitřní vrstvy specifické struktury a z vnějšího jsou oboustranného opláštění (Obrázek 4.5). Tento plášť většinou tvoří odlišný materiál od jádra, který zde může zajišťovat pouze estetickou úpravu, tepelně izolační funkci nebo slouží jako vyztužující materiál. Popřípadě může plnit více funkcí zároveň.



Obrázek 4.5 Sendvičová konstrukce

Nejlépším příkladem této kategorie jsou sádrokartonové desky. Desky vyrobené na této bázi lze do této skupiny zařadit všechny. Dále zde patří některé sádrovláknité či cementové desky.

- **desky vrstvené, lamináty**

nejjednodušším příkladem vrstvené desky je překližka, tj. deska slepená z vrstev tenké dýhy. Pro dosažení pozitivnější třídy reakce na oheň je vhodná její protipožární úprava např. pomocí příměsí retardéru hoření v pojivové složce. [4]

Dalším dělení desek je podle použitého materiálu:

### **Desky na bázi sádry:**

- sádrokartonové desky

Desky sendvičové konstrukce s opláštěním z kartonu po obou stranách a jádrem ze sádry. Jako zpevnění slouží obvykle minerální nebo skelné vlákna. Tyto desky se používají ve většině aplikací od protipožárních příček až po protipožární obklady a stropy. Dobré vlastnosti těchto desek zaručuje především sádra.

Standardní požárně odolná deska o tloušťce 12,5 mm popraská přibližně v 15. – 20. minutě zkoušky, to je přibližně při 680 – 780 °C. Tím, že se vytvoří praskliny, deska postupně přichází o svou mechanickou pevnost. Přesný čas prasknutí desky nelze určit, protože závisí na vnitřní vlhkosti, způsobu uchycení na konstrukci, charakter konstrukce, atd. Ztrátu tepelně izolační funkce celé konstrukce to však nutně znamenat nemusí. Záleží na tom, jak je řešena celá konstrukce, hlavně její izolace. A také, zda je dodržen správný montážní postup. To znamená správné rozteče mezi nosnými konstrukcemi, vzdálenosti od stropních nosníků, způsoby kotvení na svislé prvky nebo například i použití pásky na bázi kaolinových vláken místo obyčejných, které se používají na vyrovnaní izolační desky proti nosnému rastru.

- sádrovláknité desky

Jedná se o desky tvořené buď jako homogenní sádrové desky vyztužené celulózovými vlákny nebo o sendvičovou desku kde je plášť ze skleněné rohože nebo tkaniny. Mají vyšší únosnost, vyšší fyzikálně mechanické vlastnosti jako např. objemovou hmotnost až 1200 kg/m<sup>3</sup>. Také oproti sádrokartonovým deskám méně praskají, ale mají o něco vyšší cenu. Používají se podobně jako sádrokartonové desky, ale oproti nim se dají použít i tam kde se sádrokartonové desky použít nedají nebo nesmí (např. podlahy s požární odolností shora až 90 min.). Někdy se mohou použít sádrovláknité desky i místo vápenocementových. Zde je výhodou jejich cena.

- plné sádrové desky



Tyto desky mohou tvořit konstrukci nenosných příček. Jsou k dostání v základních tloušťkách 60, 80 a 100 mm o ploše 600 x 500 mm. Konstrukčně se řeší pomocí přesného zdění na péro a polodrážku. Fyzikálně mechanické vlastnosti se dají srovnat se sádkokartonovými deskami, popřípadě jsou i lepší. Dají se využít tam, kde potřebujeme docílit požární odolnosti od 90 do 180 minut. Desky jsou samonosné až do výšky 6 m. V porovnání s jinými konstrukcemi a v souvislosti s možným ovlivněním požární odolnosti je jejich cena nižší. [4]

### **Desky na cementové bázi**

Cementové desky se vyznačují svou vyšší objemovou hmotností, která se pohybuje od 12000 do 17000 kg/m<sup>3</sup>, ale také svou výdrží proti povětrnostním podmínkám a proto je také tato úprava používána pro krytí venkovních konstrukcí. Jsou také oproti například sádkokartonovým deskám hůře obrobitelné. Dříve se tyto desky vyráběly s výztuží z azbestových vláken, ty jsou v dnešní době už zakázány a proto je výrobci museli nahradit jinými vláknitými materiály.

Desky na cementové bázi můžeme rozdělit na desky z cementu a desky cementotřískové. Prvně jmenované jsou vyráběny z cementu, anorganických plniv, písku, Liaporu a vyztužené skelnými vlákny nebo armovací skleněnou sítí. Pro vyztužování se používá speciální alkalirezistentní skleněná vlákna, jelikož normální typy skel ztrácí v alkalickém prostředí své vlastnosti.

Na rozdíl od cementotřískových desek, které jsou tvořeny směsí portlandského cementu a dřevěných třísek. Tato směs je tvarována lisováním za tepla. Jejich jediným výrobcem v ČR je firma CIDEM Hranice a.s. Jejich výrobky byly řádně odzkoušeny k aplikacím v protipožární ochraně. [4]

### **Vápenocementové desky**

Tento výrobek je k dostání v různých tloušťkách a velikostech, které se lisují za vysokého tlaku a zvýšené teploty a tím také získávají své poměrně dobré fyzikálně mechanické vlastnosti. Při působení požáru si většinou zachovávají celistvost až do ztráty tepelně izolačních schopností, to znamená, že se mohou použít i na jednoplášťové prostorové konstrukce, tam kde například u vzuchotechického potrubí nelze použít plech nebo jiný materiál. Ve vlhku jsou použitelné po aplikaci impregnace. [4]

### **Desky na bázi vermikulitu**

Tyto desky jsou díky svému složení velice dobře odolné proti vysokým teplotám. Objemová hmotnost výrobků se pohybuje od 450 do 9000 kg/m<sup>3</sup>. Dají se tak dobře zpracovávat běžnými technologiemi, dají se dělit například pilkou na dřevo. Jsou použitelné pro velkou řadu aplikací od stěn, příček až po vzduchotechnická potrubí a potrubí pro odvod kouře a tepla. Jejich nevýhodou je ale nižší odolnost vůči vlhkosti. I s použitím impregnace se nedají použít tam, kde vlhkost přesahuje 75-80%. [4]

### **Desky na bázi minerálních vláken**

Desky z minerálních vláken se používají zejména jako tepelná izolace. Například do příček opláštěvaných deskami z jiných materiálů, jako jsou sádrokartonové, vermikulitové a jiné desky. Byly provedeny testy. Při kterých bylo dokázáno, že při výplni příček tímto materiálem je jejich požární odolnost, při správném použití výplně a uchycení výztuží k nosným konstrukcím, až o 60 minut vyšší než s jinou izolací. [4]

## **5 Přehled a porovnání materiálů na českém a blízkém zahraničním trhu**

V této kapitole rozeberu vlastnosti jednotlivých systémů a materiálů a porovnám materiály v jednotlivých systémech mezi sebou. Zahraniční materiály porovnám zároveň s nimi. Jako zástupce blízkého zahraničního trhu uvedu materiály z Polska, Slovenska, Německa a Rakouska. Z každé země alespoň jeden materiál. Z českého trhu vyberu 3 až 4 zástupce, podle toho zda bude možné dohledat požadované informace.

### **5.1 Návrh metody pro porovnávání vlastností protipožární ochrany kovových konstrukcí**

Jako metodu pro porovnávání jednotlivých kritérií jsem vybral metodu rozhodovací matice. Její jednoduchost a rychlost řešení považuji za výhodu při práci. Její nevýhodou je značná subjektivnost při hodnocení shody jednotlivých kritérií s našimi požadavky.

Metoda je založená na výběru důležitých prvků (zde vlastností materiálů) a určení jejich váhy (důležitosti) hodnotou (zpravidla od 1 do 10). Pak se hodnotí samotné vlastnosti jednotlivých materiálů taktéž stupnicí od 1 do 10. Po ohodnocení provedeme vážený součet, tzn. součet součinů mezi váhou kritéria a hodnocením daného kritéria u jednotlivých materiálů. Materiál s nejvyšším váženým součtem je podle zadaných požadavků pro dané použití nejvhodnější.

Nejprve se porovnají vždy materiály v jednotlivých systémech mezi sebou. Po vyhodnocení těchto srovnání se provede porovnání vždy dvou nejlepších materiálů z jednotlivých systémů. (viz. Kapitola 5.1.1).

#### **5.1.1 Výběr vlastností pro porovnávání**

Vlastnosti volím tak, aby co nejvíce vystihovaly daný materiál a pomohly co nejlépe při porovnávání rozhodnout.

#### **Požární odolnost**

Je základní vlastností konstrukcí, kterou zvyšujeme použitím materiálů pro protipožární ochranu konstrukcí. Je také nejdůležitější. Přesto, že v současné době již nejsou normy závazné, pro stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí se stále prioritně uplatňují. Ne všechny skupiny materiálů splňují celou škálu požadavků podle českých norem. V našich normách najdeme požadavky na požární odolnost v časech 15, 30, 45, 60, 90, 120 a

180 minut. Například při použití nátěru se odolnost konstrukce zvýší až na 60 minut podle typu nátěru. Použitím obkladu či nástřiku však můžeme dosáhnout odolnosti konstrukce až 180 minut. Podle norem platných v některých evropských zemích však obklady a nástřiky mohou zvýšit odolnost konstrukce až na 240 minut.

### **Životnost**

Pro investora je tato vlastnost důležitá, kvůli nákladům na určitý systém. Pokud porovnáme jednotlivé systémy mezi sebou, hodnoty se značně liší. U nátěrů se většinou uvádí životnost do 10 let.[8] Obkladové a nástřikové systémy, při správné aplikaci a používání vykazují životnost vyšší než nátěry. U těchto systémů nelze přesně stanovit časový interval, spíše je to s ohledem na mechanické poškození, nesprávnou instalaci nebo vliv povětrnostních podmínek.

### **Plošná a Objemová hmotnost**

Je důležitá pro zjištění zatížení konstrukcí. S touto hmotností se musí dopředu počítat a konstrukci na ni také navíc dimenzovat. Udává se v  $\text{kg/m}^2$  (plošná)  $\text{kg/m}^3$  (objemová). V tomto jsou bezkonkurenční nátěry, protože jejich plošná hmotnost oproti ostatním používaným technologiím je minimální. Oproti tomu obklady a nástřiky zatěžují konstrukci daleko více, z těchto nejméně obklady lepené.

### **Součinitel tepelné vodivosti**

Označujeme  $\lambda_a$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]. čím větší je součinitel tepelné vodivosti, tím větší vrstvu materiálu bychom museli dát, aby měla stejný účinek jako tenčí vrstva s menším součinitelem. To znamená, že materiál s menším součinitelem teoreticky méně zatěžuje konstrukci.

### **Odolnost proti vlhkosti**

Pro exteriérové a některé speciální interiérové instalace musí protipožární ochrana vykazovat i odolnost proti povětrnostním vlivům. Jedním z nich je i odolnost proti vlhkosti. Například nátěry většinou nesnesou vlhkost větší než 80%. Obkladové desky snesou vlhkost větší pokud jsou speciálně upraveny (naimpregnovány). Tyto desky mají většinou zelené označení.

### **Možnost estetické úpravy povrchu**

Pokud bude protipožární ochrana instalována v interiérových prostorech a tyto prostory budou obytné, či používány ke kancelářským a podobným účelům, budeme chtít viditelnou část přizpůsobit svým podmínkám. Což se nabízí u nátěrů a obkladů. V nabídkách firem se dnes nachází mnoho různých barevných odstínů pro konečnou úpravu. Výjimkou jsou nástříky, které nelze zahlazovat. Stlačením by se mohla porušit jejich funkce. Takže jejich povrchová úprava je obtížná ale možná.

### **Cena**

Cena je dnes jedním z nejdůležitějších faktorů pro volbu použitého systému. Přesto ji do konečného hodnocení nebudu zahrnovat. Cenu výrobku zmíním pouze tehdy, bude-li rozdíl oproti ostatním materiálům markantní, tedy tehdy pokud by materiál nepřevyšoval svými vlastnostmi ostatní materiály, ale jeho cena by byla podstatně vyšší.

### **Šetrnost k životnímu prostředí**

Dnes se dbá i na tuto vlastnost. Není sice tak důležitá, ale pokud je například nátěr ředitelný vodou a ne ředidly je to jistě jeho plus.

### **Aplikovatelnost**

Nátěry se aplikují stříkací pistolí nebo štětcem, příklad aplikace na obr. 5.1. Při používání obkladů je situace s jejich aplikací složitější než u nátěrů. U většiny obkladů musíme vytvořit nosnou konstrukci. To neplatí u obkladů lepených, které se připevňují přímo na chráněnou konstrukci. Při instalaci nástříků se musí dodržovat postup stanovený výrobcem, kdy se mezi jednotlivými vrstvami čeká i několik dní. A také se používají speciální nástroje.

Pravděpodobně nejjednodušší je aplikace nátěru, co se týče nástříků nebo obkladů časově náročné jsou oba tyto systémy. Z pohledu aplikovatelnosti u nástříků a obkladů je zde mnoho ukazatelů. Příklad aplikace různých systémů (viz příloha 1 obrázek 1 až 3).

## **5.2 Materiály pro technologie mokrých procesů**

### **PYROTHERM (Slovensko)**

#### **Stručný popis**

Tento nástřík byl vyvinut na Slovensku. Je určen pro použití převážně do interiérů k ochraně ocelových a silikátových konstrukčních prvků. Využívá se zde endotermických vlastností hydrátu síranu vápenatého. Pokud je použit v exteriéru nebo tam, kde se vyskytuje zvýšená vlhkost, musí být povrch nástříku hydrofobně upraven.

#### **Postup při aplikaci**

Nástřík se před aplikací smíchá s potřebným množstvím vody, aby vznikla požadovaná maltová směs. Tato směs se dá zpracovávat po dobu asi 90 minut, po kterých dochází k tuhnutí. Na povrch konstrukce se nanáší maltovými omítačkami s označením P-13, P-4, EBL-40-10. Nanáší se v jednotlivých vrstvách vždy až po zaschnutí vrstvy předchozí. Většinou se nástřík provádí ve dvou až třech vrstvách. První, kotvící vrstva se nanáší v tloušťce 2-5 mm, která tuhne asi 2-8 hodin. Další vrstva může dosahovat tloušťky 15-20 mm. Do tloušťky 50 mm se podle výrobce nástřík nemusí dodatečně zpevňovat armovacím pletivem.

Konečná úprava povrchu se dá provádět kovovým hladidlem, pokud je to potřeba. Jinak se povrch ošetřuje po zaschnutí latexovou nebo pololatemovou barvou. Při použití ve venkovním prostředí je třeba nástřík hydrofobně uzavřít tenkou polymércementovou omítkou.

#### **Vlastnosti**

Co se týče životnosti, nepředpokládá se vzhledem ke složení a odolnosti jednotlivých složek obnova nástříku během životnosti stavby. Pokud by nedošlo k mechanickému poškození nástříku, tedy jeho odloupenutí, odpadnutí, atd. V požadavku požární odolnosti dosáhneme různou tloušťkou nástříku všech požadovaných hodnot od 15 do 180 minut. Číselné údaje jsou zaznamenány v tabulce 5.1. [15]

Vlastnost	PYROTHERM
Objemová hmotnost maltové směsi [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]	960
Objemová hmotnost po vysušení [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]	410
Součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]	0,08

Tabulka 5.1 Vlastnosti nástřiku PYROTHERM [15]

## TERFIX-TERMO (Slovensko)

### Stručný popis

Omítky Terfix-Termo jsou nástupci hmot Porfix a Terfix. Vyrábějí se na polymercementové bázi a to jim zaručuje dlouhodobou životnost. Vyrábí se v různých variantách Termo XU vhodná pro izolace o tloušťce 1-6 cm, Termo PS pro tenčí vrstvy, koncentráty Termo K3 pro nástřik strojem. Hmoty jsou určeny pro vnější použití, s patřičnou povrchovou úpravou i do venkovního.[16]

### Postup při aplikaci

Do variant Termu XU a PS se před použitím přidává pouze voda, do koncentrátu Termo K3 se přimíchávají i další příměsi. Zpracování probíhá do 2 hodin od přidání vody a rozmíchání. Tuto hmotu lze nahazovat jak ručně tak strojově. Po odstranění všech korozivních zbytků je na podklad nanесena kotvící vrstva. Ta je důležitá pro zvýšení adheze. Podmínkou při nanášení je, aby teplota podkladu dosahovala min. 5°C. Mezi nanášením jednotlivých vrstev je čekací doba 24 hodin. Výrobce doporučuje nejprve nanést první vrstvu v tloušťce 0,5-1 cm a po zaschnutí (tedy dalších 24 hodin) nanést druhou vrstvu do požadované výšky. Pro nástřiky vyšší než 4 cm se používá výztužné pletivo proti odpadávání omítky.

Podle potřeby se dá dále upravovat. Zahradit a popřípadě i nanést povrchovou úpravu. Následná vrstva však nesmí být hrubší než 3 mm. Lze použít pouze atestované disperzní a silikátové úpravy povrchu.[16]

### Vlastnosti

Termo PS a XU obsahují cement, vápenný hydrát, skelná vlákna, superlehká plniva (experlit a granulovaný Styropor), atd. Hmotu Termo XU lze použít i jako tepelnou izolaci. Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.2.

Vlastnost	Termo XU	Termo PS
Obj. hmotnost suché směsi [kg.m-3]	280+ 5%	380+ 5%
Obj. hmotnost směsi při aplikaci [kg.m-3]	380+ 5%	800+ 5%
Přidržnost na podklad [MPa]	min. 0,15	min. 0,1
Pevnost v tlaku [MPa]	min. 0,9	min. 0,9
Pevnost v tlaku za ohyb [MPa]u	min. 0,5	min. 0,4
Ustálená vlhkost po vyzrání [%]	cca 2,5	cca 3
Součinitel tepelné vodivosti [W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]	0,06	0,08

Tabulka 5.2 Vlastnosti hmot TERFIX-TERMO[17]

## VERMIPLASTER (Španělsko)

### Stručný popis

Tento přípravek se na náš trh dováží ze Španělska. Jedná se o bílou zrnitou nástríkovou hmotu do interiérů, kterou dosáhneme požární odolnosti až 180 minut. Použitelná je ve vrstvě od 4 do 45 mm. [18] Dovozcem na český trh je firma KLIKA-BP s.r.o. Materiál neobsahuje žádné toxické látky při zahřátí pouze uvolňuje vodu.[19]

### Postup při aplikaci.

Jako většina suchých maltových hmot se i VERMIPLASTER před nanášením míchá s vodou. Na konstrukci se nanáší strojem pomocí stlačeného vzduchu. Na konstrukci se před tím nemusí nanášet žádný kotvicí nástrík nebo nátěr. Jako konečnou úpravu lze použít jakoukoli interiérovou omítkovou barvu nebo obklad. Aplikace se musí provést asi do 4 hodin po smíchání s vodou.[19]

### Vlastnosti

Materiál nepůsobí korozivně na konstrukci. Při zahřátí dochází k vyloučení vody z materiálu a tím k ochlazování konstrukce. A protože neobsahuje žádné toxické a nebezpečné látky je šetrný k životnímu prostředí.[19] Další vlastnosti jsou uvedené v tabulce 5.3.



Vlastnost	VERMIPLASTER
Obj. hmotnost suché směsi [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	510-580
Přidržnost na podklad [MPa]	min. 0,883
Pevnost v tlaku [Mpa]	min. 1,667
Vazba vody [%]	95-100
Součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$ ]	0,085

Tabulka 5.3 Vlastnosti omítky VERMIPLASTER[18]

## SIBATHERM (Slovensko)

### Stručný popis

Omítka určená pro vnitřní prostory je složená z cementu sloužícím jako pojivo, expandovaného perlitu, skleněných vláken a dalších přísad. Při aplikaci v místech s vyšší relativní vlhkostí vzduchu je nutné povrch ošetřit.[20]

### Aplikace

Suchá směs se smíchá s čistou vodou v daném poměru. Před nanesením se konstrukce zbaví všech nečistot a aplikuje se antikoroziční nátěr. Poté přijde na řadu kotvící vrstva. Na ni se postupně nanáší omítka SIBATHERM ve vrstvách dokud se nevytvoří vrstva požadované tloušťky. Pokud přesáhne 40 mm, požaduje se vyztužení pletivem. Omítku můžeme nanášet strojově pomocí stlačeného vzduchu nebo ručně. Při nanášení musíme hmotu stále míchat, což může u ruční aplikace být malý problém. Další podmínkou je minimální teplota podkladu  $+5^{\circ}\text{C}$ , ideální teplota uváděná výrobcem je  $+10^{\circ}\text{C}$ . Speciální barvou lze provést povrchovou úpravu.[20]

### Vlastnosti

Směs se nanáší na dobu neurčitou a nepředpokládá se obnova po dobu životnosti stavby jako u většiny omítek a nástřiků. Číselné charakteristiky nalezneme v tabulce 5.4.[20]

Vlastnost	SIBATHERM
Obj. hmotnost po vytvrdnutí [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	400-550
Obj. hmotnost směsi při aplikaci [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	Max. 970
Přidržnost na podklad [MPa]	0,10
Součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$ ]	0,091

Tabulka 5.4 Vlastnosti omítky SIBATHERM[20]

### **5.2.1 Závěr ze srovnání nástřiků**

Z porovnání vybraných nástřiků v tabulce (viz Příloha 2 Tabulka 1), podle předem určeného postupu je vidět, že jako nejlepší nástřik vychází TERFIX-THERMO XU. Tato hmota má po nanesení na konstrukci a vytvrdnutí menší objemovou hmotnost než všechny ostatní porovnávané hmoty. Nevýhodou je její dodatečná povrchová úprava. Je možná povrch natřít nebo nastříkat barvou v požadovaném odstínu, ale i pod barvou je stále vidět struktura a zrnitost nástřiku.

## **5.3 Materiály pro nátěry**

### **PYROSTOP steel (Slovensko)**

#### **Stručný popis**

Jedná se o vodou ředitelný nátěr na bázi polyvinylacetátové disperze bílé barvy (RAL 1000). Mezi složky patří nadouvadla, retardéry hoření, a jiné. V nátěru není použito azbestu, toxických pigmentů ani chlorovaných přísad. V retardérech hoření se používají bezhalogenové přísady, tudíž nátěr patří mezi ekologické přípravky.[21]

#### **Aplikace**

Čtyřicet hodin před aplikací nátěru PYROSTOP steel je nutné aplikovat základní nátěr. Typ použitého základního nátěru je uveden v tabulkách výrobce. Použití jiného typu je nutno konzultovat s výrobcem.

Nátěr se před aplikací řádně promíchá. Nanáší se válečem nebo stříkácí pistolí ve vrstvách tak, aby překrýval podklad, ale nestékal a netvořil kapky. Rozmezí tloušťky jedné vrstvy je od 120 do 200 mikronu. Mezi nanášením jednotlivých vrstev se doporučuje počkat 8 hodin. Zatuhnutí jedné vrstvy trvá 5 až 8 hodin. Před nanesením uzavíracího nátěru se vrstva protipožárního nátěru nechává zaschnout 24 až 48 hodin. Uzavírací nátěr lze provést barevně dle přání zákazníka. Na obrázku 4 v příloze 1 vidíme složení nátěrového systému.[21]

#### **Vlastnosti**

Nátěr PYROSTOP steel zvýší požární odolnost konstrukce až na 60 minut. Krátce odolá vlhkosti ale nesmí být vystaven přímým účinkům vody a je odolný proti mrazu. Výrobce garantuje životnost nátěru na 15 let. Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.6.[21]

Vlastnost	PYROSTOP steel
Obj. hmotnost čerstvého nátěru [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	$1370 \pm 30$
Přidrženost na podklad (mřížková zkouška – stupeň)	2
Barevný odstín	RAL 1000 (bílá)
Krycí schopnost (stupeň)	1

Tabulka 5.6 Vybrané vlastnosti PYROSTOP steel[21]

## PROMAPAIN(TNěmecko)

### Stručný popis

Protipožární nátěr bez zápachu a vlivu na prostředí založen na vodní bázi vhodný do interiéru. Nevhodný pro použití v místech s větší vlhkostí nebo tam kde se předpokládá působení agresivních plynů. Funkční nátěr neobsahuje žádná rozpouštědla.[22]

### Aplikace

Nátěr lze nanášet štětcem nebo stříkáci pistolí. Před aplikací se konstrukce musí zbavit rzi mastnoty a jiných nečistot. Teplota při aplikaci by neměla klesnout pod  $10^{\circ}\text{C}$  a teplota oceli pod  $5^{\circ}\text{C}$ , horní teplotní hranice pro aplikaci je  $40^{\circ}\text{C}$ .

Jako první se na konstrukci nanáší základová barva. Výrobce doporučuje základní barvu PROMAPAIN, která je v systému odzkoušena. Po zaschnutí základové vrstvy, které trvá asi 2 hodiny při  $20^{\circ}\text{C}$  a 65% relativní vlhkosti, se nanáší funkční vrstva. Tato vrstva se může nanášet v jednom nebo více krocích. Po uplynutí 6 hodin a zaschnutí funkční vrstvy se nanáší uzavírací nátěr. 1 mm vrstva úplně zatvrdne po 24 hodinách.[22]

### Vlastnosti

Nátěr PROMAPAIN zvýší požární odolnost konstrukce až na 60 minut. Nátěr pro zvýšení odolnosti na 45 a 60 minut je k dostání na objednávku u výrobce. Životnost nátěru je 10 let. Objemová hmotnost čerstvého nátěru je  $2100 \text{ kg.m}^{-3}$ .[23]

## PLAMOSTOP P9(Slovensko)

### Stručný popis

Jedná se o vodou ředitelný bílý nátěr. Nepoužívá se k antikorozi ochraně ocelových konstrukcí. Jako mnoho protipožárních nátěrů se vkládá mezi antikorozi nátěr a uzavírací nátěr. Pro použití v místech kde se nepředpokládá dlouhodobé zvýšení relativní vlhkosti nad 80%. [24]

## Aplikace

Na předem očištěný povrch nanášíme základový nátěr. Teplota konstrukce musí být 3°C nad rosným bodem, teplota vzduchu 10 – 35 °C. Na vyschlý základový nátěr je možné aplikovat funkční vrstvu. Nedoporučuje se překročit sílu 500 mikronů jedné vrstvy, protože pak se mohou projevovat objemové změny vlivem vysychání. Po osmi hodinách, kdy nátěr nezanechává stopu, lze nanášet další vrstvu. Řádně se nátěr vytvrdí po 5 dnech. Uzavírací nátěr může být barevný, PLAMOSTOP P9 je kombinovatelný se všemi běžně používanými nátěrovými systémy. Výrobce pro správnou funkci po dobu životnosti požaduje uzavírací nátěr v tloušťce 50 mikronů.[24]

## Vlastnosti

Odolnost konstrukce dokáže zvýšit až na 60 minut. Nátěr je netoxický, hygienicky nezávadný. Při správném použití výrobce garantuje zachování funkce a žádné změny chemických ani fyzikálních vlastností po dobu funkčnosti konstrukce.[24] Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.7.

Vlastnost	PLAMOSTOP P9
Obj. hmotnost čerstvého nátěru [kg.m <sup>-3</sup> ]	1340
Obj. hmotnost po vysušení [kg.m <sup>-3</sup> ]	1530
Přídržnost k podkladu [MPa]	> 0.1
pH nátěru	7

Tabulka 5.7 Vybrané vlastnosti PLAMOSTOP P9[24]

## PROTHERM AQUASTEEL (Itálie)

### Stručný popis

Protipožární nátěr na bázi polymerů vinylu s obsahem dalších reaktivních látek. Vodou ředitelný. Pro použití do interiéru i exteriéru. V interiéru, kde se nevyskytuje agresivní prostředí, se nemusí opatřovat ochranným nátěrem.[25]

## Aplikace

Při aplikaci nátěru se doporučuje rozmezí teplot od 5 do 50°C a maximální relativní vlhkost 70%. Povrch konstrukce musí být náležitě očištěn od rzi, mastnoty, zbytků barev. Před nanesením funkční vrstvy se použije základní nátěr CROMETAL. V případě použití

základové barvy bohaté na zinek nebo na zinkem upravené povrchy se doporučuje dvousložkový základní nátěr ARIDUR.

Nátěr po povrchu zasychá 6 – 12 hodin, do hloubky 24 – 48 hodin.[25]

### Vlastnosti

Odolnost konstrukce se po aplikaci zvýší až na 90 minut. Životnost nátěru výrobce udává až na 20 let. Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.8.[25]

Vlastnost	PROTHERM AQUASTEEL
Obj. hmotnost čerstvého nátěru [kg.m <sup>-3</sup> ]	1300
Obj. hmotnost po vysušení [kg.m <sup>-3</sup> ]	1400

Tabulka 5.8 Vybrané vlastnosti[25]

## INTERCHAR 404(Rakousko)

### Stručný popis

Zástupce jednokomponentních rozpouštědlových nátěrů. Je speciálně navržen pro celulóзовé typy požárů. Je kompatibilní s mnoha schválenými nátěrovými systémy. Jeho výrobcem je firma Internacional Coating, která má zastoupení po celém světě. Nejbližší zástupce sídlí v Polsku.[26]

### Aplikace

Před aplikací samotného funkčního nátěru musíme povrch konstrukce řádně zbavit nečistot a očistit. Naneseme základní barvu. Po vytvrdnutí základní barvy se ujistíme, že je bez kontaminace mastnotou nebo jinými nečistotami. Výrobce doporučuje nanášení pomocí bezvzduchového stříkání, kterým dosáhneme nejlepších výsledků. Případně můžeme použít váleček nebo štětec. Teplo konstrukce musí být 3°C nad rosným bodem.

Nátěr nesnese kontakt s vodou, vyšší vlhkostí, kondenzací, chemikáliemi. Musí být chráněn krycím nátěrem, pokud se nachází v korozivním prostředí C2 nebo C3. Pokud se nachází v korozivním prostředí C1 uzavírací nátěr se nepožaduje.[26]

### Vlastnosti

Nátěr dokáže zvýšit požární odolnost konstrukce až na 60 minut. Životnost nátěru je 10 let. Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.9.[26]

Vlastnost	INTERCHAR 404
Obj. hmotnost čerstvého nátěru [kg.m <sup>-3</sup> ]	1370
Bod vzplanutí [°C]	5
Odstín	Bílá, šedá
Objem sušiny [%]	75±2

Tabulka 5.9 Vybrané vlastnosti nátěru INTERCHAR 404[27]

### 5.3.1 Závěr srovnání nátěrů

POROTHERM AQUASTEEL vychází ze srovnání vybraných nátěrů jako nejlepší varianta (viz Příloha 2 Tabulka 2). Při ošetření tímto nátěrem získá konstrukce odolnost až 90 minut, která je deklarována výrobcem. Také životnost tohoto nátěru převyšuje ostatní nátěry, výrobce zaručuje, že nátěr bude mít shodné vlastnosti i po 20 letech, při správné aplikaci a stálosti prostředí.

## 5.4 Materiály pro obklady deskovými materiály

### KNAUF FIREBOARD K751(nadnárodní-výroba v ČR)

#### Stručný popis

Patří do třídy sádrovlaknitých desek pro obklad ocelových a dřevěných konstrukcí, plechů, vzduchotechnických kanálů. Středová výplň z ušlechtilé sádry je opláštěná skelným roumem. Desky si i po vypaření obsažené vody drží svůj tvar a nepraskají. Vyrábí se v tloušťkách 12,5; 15; 20; 25; 30 mm.[28]

#### Aplikace

Desky se aplikují podle technických listů firmy KNAUF (viz Příloha 1 Obrázek 5). Zavěšují se pomocí tzv. CD profilů, které jsou připevněny na nosník či sloup. Na požadovanou velikost e desky jednoduše řežou nožem a lámou pomocí latě. K profilům připevněným na nosníku se desky šroubují nebo sponkují. Při instalaci desek by neměla vzdušná vlhkost překročit 80%. Spáry mezi deskami je nutno vyplnit stěrkovou hmotou a hlavice šroubů zatmelit. Spáry se stěrkují v kombinaci s výztužnou páskou ze skelných vláken. Pokud se instalují dvě vrstvy desek první vrstva se stěrkuje a druhá se ještě po stěrkování tmelí. Při spárování by neměla teplota vzduchu klesnout pod +10°C a vlhkost stoupnout nad 65%.

Desky se dají povrchově upravovat tapetami, keramickými obklady, omítkami a nátěry. Výrobce jako nevhodnou úpravu označuje použití alkalické úpravy jako např. vápenné barvy, barvy na bázi vodního skla.[28]

### Vlastnosti

Desky zvyšují požární odolnost konstrukce od 60 do 120 minut. Jsou zařazeny do třídy reakce na oheň A1. Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.11.[28]

Vlastnost	KNAUF FIREBOARD K751
Obj. hmotnost [kg.m <sup>-3</sup> ]	≥ 780
Pločná hmotnost pro tloušťku 15 mm [kg.m <sup>-2</sup> ]	≥ 11,7
Součinitel tepelné vodivosti [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	0,22
Šířka/délka [mm]	1250/2000
Pevnost v tahu při ohybu - rovnoběžně [N/mm <sup>2</sup> ]	4,9
- svisle [N/mm <sup>2</sup> ]	1,8

Tabulka 5.11 Vybrané vlastnosti desky KNAUF FIREBOARD K751[28]

### FERMACELL(nadnárodní)

#### Stručný popis

Desky složené ze sádky a recyklované papírové drti, neuvžívají se žádné další pojiva. Po přidání vody se lisují za vysokého tlaku. Suché desky se naimpregnují a rozřežou na požadovanou velikost. Díky svým vlastnostem se desky FERMACELL používají i v prostředí s proměnlivou vlhkostí jako jsou například koupelny.[30]

#### Aplikace

Aplikace desek je podrobně popsána v obsáhlém návodu na zpracování od výrobce. K ořezávání desek se používá nůž, elektrická pila nebo pilka ocaska. Desky se při použití nože po naříznutí zlomí podél řezu o lať.[30]

Desky se připevňují na předem vytvořenou nosnou konstrukci z plechových profilů. K profilům se připevňují šrouby. Plechové profily musí mít tloušťku min. 6 mm a ochranu proti korozi. Mezi deskami se nechávají spáry široké minimálně 1/2 tloušťky desky. Pokud se desky k sobě lepí, spáry se nevytváří. Díky roztažnosti desek se však dodržuje tvorba dilatačních spár. U montovaných desek je mezní rozměr pro dilatační spáru 800 cm u lepené spáry je to 1000 cm.[30]

Tmelení spár se provádí ve dvou krocích. Nejprve se spáry, hlavy šroubů a případné nedokonalosti desek zatmelí nahrubo. Po zatvrdnutí se zbrousí výstupky a nedokonalosti

vzniklé hrubým tmelením a provede se finální tmelení. Při tmelení spár se používá zpevňovací páska a tmely doporučené výrobcem např. tmel FERMACELL.

Povrchová úprava lze provést nanesením barvy, omítky, přilepením obkladu nebo tapetováním.[30]

### Vlastnosti

Desky zvyšují požární odolnost konstrukce od 30 do 120 minut. Jsou zařazeny do třídy reakce na oheň A1. Desky vykazují i dobré zvukově izolační vlastnosti. Jsou vyráběny v tloušťkách 10; 12,5; 15; 18. Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.12.[30]

Vlastnost	FERMACELL
Obj. hmotnost [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	$1150 \pm 50$
Pločná hmotnost pro tloušťku 15 mm [ $\text{kg.m}^{-2}$ ]	$17,25 \pm 0,75$
Součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ]	0,32
Šířka/délka [mm]	1000-1249/1500-3000

Tabulka 5.12 Vybrané vlastnosti desky FERMACELL[30]

### RIDURIT(nadnárodní)

#### Stručný popis

Jedná se o sádrovláknité desky na povrchu zpevněné skelnou tkaninou.[31]

#### Aplikace

Vzhledem k pevnostním vlastnostem se desky montují na ocelové nosníky a sloupky i bez pomocné konstrukce viz příloha 1 obrázek 6. Další možností je použít profily CD nebo UD. Desky se k těmto profilům šroubují.

U varianty bez použití profilů se pro uchycení ke stropu použije ocelový úhelník (viz kruhový výřez na obrázku 6 příloha 1) a na rozích se desky se šroubují nebo sponkují. Na spojení desek na ploše se použije podkladní desky o šířce nejméně 100 mm. Pro zajištění volného prostoru pro dilataci ocelového prvku se mezi konstrukcí a obkladem zanechá 5 mm široká mezera.[31]

### Vlastnosti

Desky zvyšují požární odolnost konstrukce od 15 do 120 minut. Jsou zařazeny do třídy reakce na oheň A1.[32] Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.13.



Vlastnost	RIDURIT
Obj. hmotnost [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	850
Pločná hmotnost pro tloušťku 15 mm [ $\text{kg.m}^{-2}$ ]	12,8
Součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ]	0,29
Šířka/délka [mm]	1000-1249/1500-3000

Tabulka 5.13 Vybrané vlastnosti obkladů RIDURIT[32]

## CETRIS

### Stručný popis

Jedná se o cementotřískovou desku vyráběnou ze směsi cementu, smrkových a jedlových třísek, vody a hydratačních přísad, které se pod tlakem lisují. Existuje několik typů těchto desek od povrchově neupravovaných až po desky s povrchovou úpravou imitace dřeva. Záleží na požadavcích investora.[33]

### Aplikace

Desky CETRIS se na ocelové konstrukce instalují dvěma způsoby, bez kotvicích prvků přímo na konstrukci nebo pomocí profilů. Do profilů se desky uchycují šrouby. Pokud profily nepoužíváme, připevní se desky k sobě pomocí 1 profilů viz příloha 1 obrázek 7.[33]

### Vlastnosti

Desky zvyšují požární odolnost konstrukce od 15 do 180 minut (podle evropských norem až 240). Jsou zařazeny do třídy reakce na oheň A1. Vyrábějí se v tloušťkách od 8 do 32 mm podle typu odstupňované vždy po 2 mm. Po dohodě lze vyrobit i tloušťky 34, 36, 38, 40 mm. Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.14.[34]

Vlastnost	CETRIS
Obj. hmotnost [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	1150 - 1450
Pločná hmotnost pro tloušťku 15 mm [ $\text{kg.m}^{-2}$ ]	17,25 – 21,75
Součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ]	0,251
Šířka/délka [mm]	1250/3350

Tabulka 5.14 Vybrané vlastnosti obkladů CETRIS[34]

## **GRENAMAT**

### **Stručný popis**

Tyto desky jsou vyráběny na bázi vermikulitu spojeného anorganickým pojivem. Neobsahuje azbest, minerální vlákna ani organické části. Deska se snadno opracovává nástroji na dřevo. Rozsáhlé možnosti povrchových úprav už z výroby (viz příloha 1 obrázek 8) či dodatečně až po instalaci.[35]

### **Aplikace**

Desky se na nosníky a sloupy montují bez dodatečných příchytých konstrukcí. Nejprve vytvoříme spojovací podložky tím, že sponkami nebo šrouby spojíme dvě desky tloušťky 12 mm. Tyto podložky se rozmístí do nosníku max. ve vzdálenosti 610 mm od sebe (viz 1. snímek na obrázku 9 příloha 1). Na tyto podložky se postupně připevňují obklady GRENAMAT.

Při obkládání sloupů se žádných podkladních desek nepoužívá a desky se spojují sponkami nebo šrouby do hran. Jako nejjednodušší a nejlevnější povrchovou úpravu výrobce doporučuje omítnutí.[36]

### **Vlastnosti**

Desky zvyšují požární odolnost konstrukce od 15 do 180 minut. Jsou zařazeny do třídy reakce na oheň A1. Vyrábějí se v tloušťkách pro rozměr 1220 x 2240 8-35 mm a pro rozměr 800x600 15-80 mm. Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.15.[37]

<b>Vlastnost</b>	<b>GRENAMAT</b>
Obj. hmotnost [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	480 - 800
Pločná hmotnost pro tloušťku 15 mm [ $\text{kg.m}^{-2}$ ]	7,2 – 12
Součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ]	0,221
Šířka/délka [mm]	600 a 1220/800 a 2240

Tabulka 5.15 Vybrané vlastnosti obkladů GRENAMAT[37]

## **ORDEXAL (od 1.1.2010 ISOVER PYRO)**

### **Stručný popis**

Systém lepených obkladů. Základním prvkem tohoto systému je deska ORSIL PYRO (od 1.1.2010 ISOVER PYRO) vyrobená rozvláknováním taveniny ze směsi čediče,

vysokopevní strusky a diabasu bez obsahu azbestu. Na konstrukci se připevňují pomocí žáruvzdorného, pružného lepidla.[38]

## Aplikace

Desky ORSIL PYRO (od 1.1.2010 ISOVER PYRO) systému ORDEXAL se na konstrukci lepí speciálním lepidlem, které musí splňovat požadavky na pružnost, pevnost, odolnost vůči vlhkosti, atd. Tmelení spár se provádí barevně odlišným tmelem tak, aby spáry byly na pohled viditelné. Příklad instalace systému ORDEXAL na obrázku 10 příloha 1.

Povrchovou úpravu lze provést barvou dodávanou v základním provedení v bílé, ale po dohodě i jiném barevném odstínu. Použít lze také omítku nahozenou na armovací síti, tato možnost se využívá zejména v exteriéru, kde se takto chrání obklad proti povětrnostním vlivům.[38]

## Vlastnosti

Desky zvyšují požární odolnost konstrukce od 15 do 180 minut. Jsou zařazeny do třídy reakce na oheň A1. Dodávají se v tloušťce 20 – 120 mm Další vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 5.16.[38]

Vlastnost	ORSIL PYRO
Obj. hmotnost [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]	200
Pločná hmotnost pro tloušťku 15 mm [ $\text{kg.m}^{-2}$ ]	3
Součinitel tepelné vodivosti [ $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ]	0,041
Šířka/délka [mm]	500-1000/1000-1500

Tabulka 5.16 Vybrané vlastnosti obkladů ORSIL PYRO[38]

### 5.4.1 Závěr porovnání obkladů

Jako nejlepší volbu pro výběr v oblasti obkladů podle zadaných parametrů můžeme označit obkladový systém ORDEXAL (viz Příloha 2 Tabulka 3). Největší výhodou oproti ostatním systémům obkladů je jeho malá objemová resp. plošná hmotnost. Tím nezatěžuje chráněnou konstrukci tolik jako jiné systémy. Další jeho výhodou je malý součinitel tepelné vodivosti, díky kterému slouží i jako tepelná izolace konstrukcí.

## 6 Závěr

Tato práce je zaměřena na porovnání systémů pro ochranu ocelových konstrukcí, popis vlastností oceli a jejich změn při požáru, vývoj materiálů, předpisů pro tyto systémy a předpověď vývoje v této oblasti.

Pro naplnění cíle této práce jsem navrhl jednoduchý systém/metodu k porovnání materiálů pasivní protipožární ochrany pro ocelové konstrukce a pomoc při výběru vhodné úpravy konstrukce.

V této práci jsem navrhl systém na porovnávání materiálů využívaných pro ochranu ocelových konstrukcí pro zvýšení požární odolnosti. Systém je založen na jednoduché rozhodovací matici. Poté jsem vybral několik kritérií, podle kterých jsem porovnával vlastnosti jednotlivých materiálů. Hodnoty v tabulkách jsem uváděl až po srovnání všech materiálů a systémů popsanych v této práci. Hodnoty jsem zvolil od 1 do 10 pro možnost většího rozlišení při malých rozdílech např. pokud se součinitel tepelné vodivosti liší o setiny.

V páté kapitole se zaměřuji na vytipování důležitých vlastností pro porovnání různých materiálů. Některé vlastnosti nepoužívám u všech, například součinitel tepelné vodivosti u nátěrů v porovnávání nezohledňuji, protože je žádný výrobce ani neuvádí a nátěry tuto vlastnost získávají až po napěnění.

V závěru každé podkapitoly kapitoly 5 zabývající se porovnáním jednotlivých hmot shrnuji výsledky z tabelárního přehledu. V poslední podkapitole srovnávám vždy dva výrobky s největším počtem bodů pro porovnání, zda jeden výrobek předčí všechny ostatní nebo budou vždy tyto dva výrobky bodově odlišné od ostatních dvojic. Jak je vidět v tabulce (viz příloha 2 tabulka 4) vždy zůstala daná dvojice v pořadí za sebou.

Z navrhnutého systému vyšlo jako nejvýhodnější využití obkladů. Nejvíce bodů získal systém lepených obkladů ORDEXAL. Výhodou tohoto systému je jeho, oproti jiným deskovým obkladům, nízká objemová a zároveň plošná hmotnost. Dále nad ostatními systémy vyniká v oblasti zvýšení požární odolnosti konstrukce, když ji dokáže zvýšit až na 180 minut. Záporům může být její instalace, při které se musí dodržet všechny stanovené postupy.

Co se týče srovnání trhů, je v dnešní době otevřených hranic a otevřených trhů mnoho nabízených materiálů od výrobců z okolních zemí nebo se u nás vyrábí se zahraniční licenci. Také čeští výrobci nabízejí své výrobky na trhu evropském. Proto je skladba okolních trhů podobná.

Pro příští období bych doporučoval, aby se trh s protipožárními materiály zaměřil na obklady, protože jsou pravděpodobně nejflexibilnějším systémem. Jejich nevýhodou je zatěžování konstrukce, pokud je s tímto zatížením počítáno již v projektu, pak to není problém.

Nátěry předčí svou životností a hodnotami požární odolnosti konstrukce. Nástřiky zase možností povrchových úprav a u lepených obkladů pravděpodobně i jednoduchostí instalace.

## Seznam použité literatury

- [1] VAŠÁTKO , Eduard. Problematika požární ochrany nosných i nenosných ocelových konstrukcí ve stavebnictví. 2009 [cit. 2010-01-28]  
Dostupný z WWW: [Http://www.seidl.cz/cz/publikace/problematika-pozarni-ochrany-nosnych-i-nenosnych-ocelovych-konstrukci-ve-stavebnictvi-57.html](http://www.seidl.cz/cz/publikace/problematika-pozarni-ochrany-nosnych-i-nenosnych-ocelovych-konstrukci-ve-stavebnictvi-57.html)
- [2] *Dělení profilů* [online]. c2007 , 2007 [cit. 2010-01-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.deleniprofilu.cz/ocel-kralovna-materialu/>>
- [3] MACHÁČEK, Josef, STUDNIČKA, Jiří. *Ocelové konstrukce* 2. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2005. 152 s. ISBN 80-01-03174-8
- [4] NETOPILOVÁ, Miroslava. *Materiály : Stavební materiály*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 80-86634-27-2. Kovy, s. 70-119
- [5] KUPILÍK, Václav. *Konstrukce pozemních staveb 80: Požární bezpečnost staveb*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01868-7. Ocel, s. 43-52
- [6] *Fyzikální základy vědy o materiálu* [online]. 1998 , Leden 8 2007 [cit. 2010-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.ped.muni.cz/wphy/FyzVla/>>
- [7] ISABELA, Bradáčová. *Požární bezpečnost staveb : Nevýrobní objekty*. 1. Ostrava : Sdružení bezpečnostního inženýrství, 2007. Požárně ochranné úpravy stavebních konstrukcí, s. 108-118. ISBN 978-80-7385-023-4
- [8] *Charakteristika deskových prvků na silikátové bázi v protipožární ochraně staveb* [online]. c2009 , [cit. 2010-17-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.seidl.cz/cz/pozarni-materialy-kam-se-co-hodi/01-ocelove-konstrukce/charakteristika-deskovych-prvku-na-silikatove-bazi-v-protipozarni-ochrane-staveb-78.html>>
- [9] *Leták firmy Promat* [online]. c2006 , [cit. 2010-01-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.eko-kominy.cz/dnld/3172.pdf>>
- [10] *Obrázek* [online]. Dostupný z WWW: ss<<http://www.wmtr.com/Graphics/Gal/StressCreep3.jpg>>
- [11] KOZINOVÁ, Lenka. Intumescentní požární nátěry. c 2008 [cit. 2010-03-10]  
Dostupný z WWW: Hhttp://www.konstrukce.cz/clanek/intumescentni-protipozarni-natery/
- [12] MORAVEC, Vladimír CSc. Protipožární nástřiky a omítky. 2009 [cit. 2010-03-28]  
Dostupný z WWW: [Http://www.seidl.cz/cz/publikace/protipozarni-nastriky-a-omitky-70.html](http://www.seidl.cz/cz/publikace/protipozarni-nastriky-a-omitky-70.html)

- [13] Výstavba areálu Fakulty chemicko-technologické a tělovýchovných zařízení (2005 - 2008) ve fotografii [online]. [cit. 2010-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.upce.cz/zazemi/ukc/foto/nova-fcht.html>>
- [14] VAŠÁTKO, Eduard. Protipožární nátěry ve stavebnictví. 2009 [cit. 2010-03-28]  
Dostupný z WWW: [Http://www.seidl.cz/cz/publikace/protipozarni-natery-ve-stavebnictvi-61.html](http://www.seidl.cz/cz/publikace/protipozarni-natery-ve-stavebnictvi-61.html)
- [15] *Stavební katalog ABF* [online]. c. 1993, [cit. 2010-04-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.estav.cz/katalog/listy/K821493.pdf>>
- [16] *Leták firmy Moravec a spol.* [online]. [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: <[http://www.moravec-omitkoviny.cz/vyroby/protipozarni\\_izolace.htm](http://www.moravec-omitkoviny.cz/vyroby/protipozarni_izolace.htm)>
- [17] *Leták firmy Moravec a spol.* [online]. [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.moravecaspol.cz/?PageName=terfix-termo-protipozarni-omitkovina>>
- [18] *Leták produktu VERMIPLASTER.* [online]. [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.vermiplaster.co.uk/>>
- [19] *Leták produktu VERMIPLASTER.* c. 2006, [online]. [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: <[http://www.klika.cz/cz/page\\_ide198.htm](http://www.klika.cz/cz/page_ide198.htm)>
- [20] *Leták produktu SIBATERM.* c. 2009, [online]. [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.izostav.eu/images/stories/Sibaterm.pdf>>
- [21] *Leták produktu PYROSTOP steel.* c. 2009, [online]. [cit. 2010-04-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.izostav.eu/images/stories/PyrostopSteel.pdf>>
- [22] *Technická informace č. 4/2005.* c. 2005, [online]. [cit. 2010-04-21]. Dostupný z WWW: <[http://www.promatpraha.cz/admin/files\\_upl/2409.pdf](http://www.promatpraha.cz/admin/files_upl/2409.pdf)>
- [23] *Leták produktu PROMATPAINT.* [online]. [cit. 2010-04-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.vdome.cz/DetailPage.asp?DPG=4050&CatID=0>>
- [24] *Leták produktu PLAMOSTOP P9.* [online]. [cit. 2010-04-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.izostav.cz/cz/produkty/plamostop-p9-na-ocel/>>
- [25] *Leták produktu PROTHERM AQUASTEEL.* c 2007, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.akcolor.cz/ocelove-konstrukce.php>>
- [26] *Leták produktu INTERCHAR 404.* c 2006, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.barvylakynatery.cz/?stranka=INTERCHAR-404>>
- [27] *Technický list INTERCHAR 404.* c 2006, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.barvylakynatery.cz/pdf/404\\_technicky\\_list.pdf](http://www.barvylakynatery.cz/pdf/404_technicky_list.pdf)>

- [28] *Technický list KNAUF FIREBOARD K751*. c 2009, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.knauf.cz/wpimages/other/doc4/K751\\_Fireboard.pdf](http://www.knauf.cz/wpimages/other/doc4/K751_Fireboard.pdf)>
- [29] *K25 KNAUF FIREBOARD Obklad ocelových sloupů a nosníků*. c 2009, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.knauf.cz/wpimages/other/art349/K25.pdf>>
- [30] *Návod na zpracování FERMACELL*. c 2006, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.fermacell.cz/downloads/czk/product/navod-na-zpracovani-desky-1-2009.pdf>>
- [31] *RIGIPS Obklady ocelových konstrukcí*. c 2006, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.rigips.cz/data/USR\\_001\\_PICTURES/Obklady\\_ocelovych\\_konstrukci\\_GRG.pdf](http://www.rigips.cz/data/USR_001_PICTURES/Obklady_ocelovych_konstrukci_GRG.pdf)>
- [32] *Technický list RIDURIT*. c 2008, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.rigips.cz/data/USR\\_001\\_PICTURES/Sadrovlaknite\\_desky\\_Ridurit.pdf](http://www.rigips.cz/data/USR_001_PICTURES/Sadrovlaknite_desky_Ridurit.pdf)>
- [33] *Aplikace desek CETRIS v požární ochraně dle EN*. c 2008, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.cetris.cz/pdf/PPP\\_CZ\\_09.pdf](http://www.cetris.cz/pdf/PPP_CZ_09.pdf)>
- [34] *Základní vlastnosti desek CETRIS*. c 2008, [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.cetris.cz/pdf/PPP\\_CZ\\_03.pdf](http://www.cetris.cz/pdf/PPP_CZ_03.pdf)>
- [35] *GRENAMAT AL-stavební konstrukce*. [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.grena.cz/c1467-cz-grenamat-al--stavebni-konstrukce>>
- [36] *Montážní postup*. [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.grena.cz/c1568-cz-montazni-postup>>
- [37] *Technický list výrobku*. [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.grena.cz/DocumentStore/Ostatni/Technick%C3%BD%20list%20v%C3%BDrobku%20Gr%20AR.pdf>>
- [38] *Polyfunkčný lepený obkladový systém ORDEXAL*. [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.ordexal.sk/ORDEXAL.htm>>
- [39] VAŠÁTKO, Eduard. Protipožární nástřikové hmoty ve stavebnictví. 2009 [cit. 2010-03-28] Dostupný z WWW: <http://www.seidl.cz/cz/publikace/protipozarni-nastrikove-hmoty-ve-stavebnictvi-69.html>